

## II. ANBAU / GROWING / AGRONOMIE ET TECHNIQUES CULTUALES

### IN WINTERRAPSBESTÄNDEN AUFTRETENDE UNKRÄUTER

F. Dembinski und J. Pudelko

In Winterrapsbeständen sind zur Unkrautbekämpfung mechanische Pflegemaßnahmen im Herbst und im Frühjahr unerlässlich. Die früher übliche Handhacke scheidet infolge Arbeitermangel praktisch aus. Breiten Eingang im Rapsanbau findet heute die chemische Unkrautbekämpfung, besonders bei engem Reihenabstand. Sie bereitet noch einige Schwierigkeiten infolge der Empfindlichkeit des Rapses auf solche Herbizide, die nicht genug selektiv wirken, wie auch infolge des beschränkten Wirkungsbereiches einzelner Herbizide, die nicht alle besonders häufig und zahlreich im Winterraps auftretenden Unkräuter vernichten. Ist die Toleranz des Rapses gegen ein bestimmtes Herbizid, wie auch die Wirksamkeit dieses Herbizids gegen bestimmte Unkrautarten erkannt, dann dürfte zur rationalen Herbizidanwendung die Erkennung der für Winterrapsbestände charakteristischen Unkrautpflanzengesellschaften von großem Vorteil sein. Sie würde dann zur Wahl eines, der charakteristischen Unkrautflora entsprechenden Herbizids beitragen oder zu einer Unkrautbekämpfung mit mehr als einem Herbizid Anlaß geben.

Zur Erkennung der im Winterraps auftretenden Unkräuter wurden in Polen auf der gesamten mit Winterraps bebauten Fläche binnen zwei Vegetationsjahren je 465 Beobachtungspunkte angelegt.

Das Auswählen der Unkrautpflanzen und die Bestimmung der Unkrautarten erfolgte in diesen Beobachtungspunkten während einer Vegetationsperiode dreimal, und zwar:

1. im Herbst - 4 bis 6 Wochen nach erfolgter Saat -, die Rapspflanzen befanden sich im Blattrosettenstadium, jedoch vor der Schließung der Reihen;
2. im Frühjahr - 3 bis 4 Wochen nach Vegetationsbeginn -, die Rapspflanzen haben zu diesem Zeitpunkt neue Blattrosetten gebildet;
3. im Sommer - in der technischen Reife des Rapses.

Diese Bestimmungen wurden an jedem Beobachtungspunkt auf 0,5 m<sup>2</sup> großen Probeflächen in 2 Wiederholungen durchgeführt, die auf einem in der Feldmitte gelegenen Feldteilstück zufällig verteilt waren. An den Beobachtungspunkten wurden während der Vegetationsperiode jegliche Pflegemaßnahmen unterlassen.

An jedem Beobachtungspunkt wurden Bodenproben zur Bestimmung des pH-Wertes entnommen. Für jedes Rapsfeld wurde eine Beschreibung angefertigt, die Angaben über Betriebsgröße und -lage, Winterrapsanbaufläche, Bodenbonitierung, Vorfrucht, Düngung, Bodenbearbeitung und

Saatbestellung enthielt.

Das gesamte Beweismaterial besteht aus Unkrautauszählungsergebnissen und Unkrautbestimmungen, die auf 9936 Probeflächen an 828 Beobachtungspunkten ausgeführt wurden. Statistisch ausgewertet wurden die Ergebnisse, die den Einfluß ökologischer wie auch agrotechnischer Faktoren auf den Unkrautbesatz je  $m^2$  abspiegeln.

### Ergebnisse

In den Winterrapsbeständen wurden insgesamt 204 Unkrautarten erfaßt und bestimmt. Davon entfallen auf zweikeimblättrige 82 %, auf einkeimblättrige Arten 17 % und auf Schachtelhalmarten 1 %. Der zahlenmäßige Unkrautbesatz ergab im Herbst 135, im Frühjahr 127 und im Sommer 107 Unkrautpflanzen je  $m^2$ .

#### Tabelle 1:

Von 204 erfaßten und erkannten Unkrautarten entfallen auf:

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| Zweikeimblättrige Arten | 82 %         |
| Einkeimblättrige Arten  | 17 %         |
| Schachtelhalmarten      | 1 %          |
|                         | <u>100 %</u> |

#### Unkrautbesatz je $1 m^2$

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| im Herbst   | 135 Unkrautpflanzen |
| im Frühjahr | 125 Unkrautpflanzen |
| im Sommer   | 107 Unkrautpflanzen |

mehrfährige Arten, 3 einkeimblättrige Arten und 1 Schachtelhalmart. Ihr Anteil an der Unkrautpflanzengesellschaft beträgt insgesamt 78 bis 81 %.

Was die übrigen 180 festgestellten Unkrautarten anbelangt, so war der Anteil jeder dieser Unkrautarten an der in den Winterrapsbeständen ermittelten Unkrautpflanzengesellschaften kleiner als 1, wobei manche Unkrautarten nur vereinzelt auftraten. Demnach war ihre Bedeutung für die Verunkrautung der Rapsfelder nur gering oder bedeutungslos.

Die Erläuterung einzelner Ergebnisse beschränkt sich deshalb auf die in Tabelle 2 angeführten wichtigsten 24 Unkrautarten. Von diesen hatte *Stellaria media* den größten Anteil an der Unkrautpflanzengesellschaft, und zwar 17 % im Herbst, 21 % im Frühjahr und 15 % im Sommer. Dieses nitrophile Unkraut findet - ähnlich wie Winterraps - besonders gute Wachstumsbedingungen auf stark gedüngten, humusreichen und nicht sauren Böden. Es keimt im Herbst und hauptsächlich im Frühjahr. Die im Boden während des Winters angesammelten Wasservorräte und die höhere relative Luftfeuchtigkeit im Frühjahr fördern sein Wachstum.

Zu den wichtigsten im Winterraps auftretenden Unkräutern wurden nur die gerechnet, deren prozentualer Anteil an der Unkrautpflanzengesellschaft im Herbst, im Frühjahr oder im Sommer größer als 1 war. Diese 24 Unkrautarten sind in Tabelle 2 in der Reihenfolge ihres abnehmenden Anteils an der Unkrautpflanzengesellschaft angeführt. Es sind 20 zweikeimblättrige, davon 5 kurzlebige, 12 einjährige und 3

**Tabelle 2:** Die in Winterrapsbeständen am zahlreichsten und am häufigsten auftretenden Unkrautarten und ihr prozentualer Anteil an der Unkrautpflanzengesellschaft im Herbst, Frühjahr und Sommer

| Unkrautarten                                          | Herbst | Frühjahr | Sommer |
|-------------------------------------------------------|--------|----------|--------|
| <u>Zweikeimblättrige</u>                              |        |          |        |
| 1. <i>Stellaria media</i> Vill.                       | 17,50  | 20,90    | 15,14  |
| 2. <i>Chenopodium album</i> L.                        | 10,87  | 5,15     | 6,06   |
| 3. <i>Sinapis arvensis</i> L.                         | 8,08   | 5,58     | 5,39   |
| 4. <i>Spergula arvensis</i> L.                        | 5,50   | 2,24     | 0,92   |
| 5. <i>Viola arvensis</i> Murr., <i>V. tricolor</i> L. | 3,66   | 6,56     | 4,08   |
| 6. <i>Thlaspi arvense</i> L.                          | 2,96   | 3,72     | 3,11   |
| 7. <i>Centaurea cyanus</i> L.                         | 2,85   | 3,00     | 3,70   |
| 8. <i>Raphanus raphanistrum</i> L.                    | 2,63   | 0,64     | 0,73   |
| 9. <i>Lamium purpureum</i> L.                         | 2,38   | 1,54     | 1,00   |
| 10. <i>Anthemis arvensis</i> L.                       | 2,07   | 2,87     | 4,00   |
| 11. <i>Rumex acetosella</i> L. et al.                 | 1,36   | 1,17     | 1,17   |
| 12. <i>Capsella bursa pastoris</i> L. Med.            | 1,25   | 1,83     | 1,40   |
| 13. <i>Matricaria chamomilla</i> L.                   | 1,13   | 0,91     | 1,30   |
| 14. <i>Cirsium arvense</i> /L./Scop.                  | 1,13   | 1,11     | 1,75   |
| 15. <i>Veronica hederaefolia</i> L. et al.            | 1,07   | 1,53     | 1,06   |
| 16. <i>Papaver rhoeas</i> L., <i>P. dubium</i> L.     | 0,79   | 1,17     | 1,84   |
| 17. <i>Galium aparine</i> L.                          | 0,57   | 1,58     | 1,70   |
| 18. <i>Polygonum convolvulus</i> L.                   | 0,52   | 0,60     | 1,20   |
| 19. <i>Polygonum nodosum</i> Pers.                    | 0,80   | 1,29     | 1,07   |
| 20. <i>Convolvulus arvensis</i> L.                    | 0,36   | 0,71     | 1,31   |
| <u>Einkeimblättrige</u>                               |        |          |        |
| 21. <i>Agropyron repens</i> /L./P. B.                 | 8,24   | 11,04    | 9,74   |
| 22. <i>Poa annua</i> L.                               | 1,06   | 1,44     | 1,88   |
| 23. <i>Apera spica-venti</i> /L./P. B.                | 1,00   | 2,31     | 8,92   |
| <u>Ackerschachtelhalme</u>                            |        |          |        |
| 24. <i>Equisetum arvense</i> L.                       | 0,58   | 1,92     | 2,84   |
| zusammen                                              | 78,36  | 80,81    | 81,31  |
| übrige Unkrautarten                                   | 21,64  | 19,19    | 18,69  |
|                                                       | 100,0  | 100,0    | 100,0  |

An zweiter Stelle muß *Agropyron repens* genannt werden. Sein prozentualer Anteil an der Unkrautpflanzengesellschaft war zu allen 3 Jahreszeiten hoch.

Der prozentuale Anteil von *Chenopodium album*, *Sinapis arvensis* und *Raphanus raphanistrum* war im Herbst bedeutend größer als im Frühjahr und Sommer, was mit der überwiegenden Auswinterung dieser kurzlebigen Sommerunkräuter zu erklären ist. Dasselbe gilt auch für *Spergula arvensis*.

*Viola arvensis* und *Viola tricolor* wie auch *Thlaspi arvense* keimten verhältnismäßig zahlreicher im Spätherbst und zum Frühjahrsbeginn, was ihren höheren prozentualen Anteil im Frühjahr erklärt.

Der prozentuale Anteil von *Apera spica-venti*, *Anthemis arvensis*, *Matricaria chamomilla* und *Centaurea cyanus* war im Sommer größer als im Herbst. Diese Unkräuter traten besonders in durch Auswinterung gelichteten Rapsbeständen auf.

Der prozentuale Anteil von *Lamium purpureum* an der Unkrautpflanzengesellschaft war im Herbst größer als im Frühjahr und Sommer, dagegen war der Anteil der übrigen in Tabelle 2 angeführten und noch nicht erwähnten Unkrautarten im Frühjahr und Sommer größer als im Herbst.

Der zahlenmäßige Unkrautbesatz je  $m^2$  der Winterrapsbestände war regional, ökologisch oder agrotechnisch bedingt. Regional wächst der Unkrautbesatz der Winterrapsbestände in Polen in der Richtung von Osten nach Westen und Süden. In allen drei Jahreszeiten wurde der höchste Unkrautbesatz im Südwesten festgestellt. In dieser durch relativ milde Klimabedingungen gekennzeichneten Region überwinterten auch kurzlebige Unkrautarten, im Frühjahr gingen weitere Unkrautarten auf, so daß der Unkrautbesatz im Frühjahr und Sommer größer als im Herbst war. In den übrigen Regionen verminderte sich der Unkrautbesatz im Frühjahr und Sommer im Vergleich zum Herbst. In absoluten Zahlen war der Unkrautbesatz am geringsten im Frühjahr in den nordöstlichen Gebieten und im Sommer im zentral gelegenen Gebiet um Warschau und Łódź. Der prozentuale Anteil der einzelnen Unkrautarten an der für das ganze Land in Winterrapsbeständen ermittelten Unkrautpflanzengesellschaft war in den einzelnen Regionen verschieden. Regional bedingten Schwankungen unterlag besonders der prozentuale Anteil von *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Sinapis arvensis*, *Viola arvensis* und *Viola tricolor*, *Agropyron repens* und *Apera spica-venti*.

Mit abnehmendem pH-Wert des Bodens steigt der Unkrautbesatz, wobei sich signifikante Unterschiede zwischen den nach pH-Werten geordneten Unkrautpflanzenzahlen je  $m^2$  ergeben. Sie gestalten sich in den einzelnen Jahreszeiten verschieden. Die Unterschiede sind im Sommer am besten ersichtlich, da der auf sauren Böden schwach ausgewachsene und oft gelichtete Rapsbestand die Verunkrautung begünstigt.

Aufgrund von Bodenbonitierungsklassen wurden die Winterrapsfelder in 3 Bodengruppen aufgeteilt, die als schwache, mittlere und gute Böden bezeichnet wurden. Der Unkrautbesatz steigt mit der Abnahme der Bodenqualität. Signifikante Unterschiede je  $m^2$  sind in allen 3 Jahreszeiten zu sehen.

In Winterrapsbeständen auf Böden mit Ackerkrumen von einer Tiefe bis zu 23 cm war der Unkrautbesatz größer als auf tieferen Ackerkrumen von mehr als 23 cm. Tief eingepflügte Unkrautsamen finden ungünstige Keimbedingungen. Sie werden auch von Bodenorganismen angegriffen und zersetzt.

**Tabelle 3:** Der Einfluß des pH-Wertes des Bodens auf die Unkrautanzahl je 1 m<sup>2</sup>

| pH      | Zahl der<br>geprüften<br>Rapsfelder | Unkrautanzahl je 1 m <sup>2</sup> |          |        |
|---------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|--------|
|         |                                     | Herbst                            | Frühjahr | Sommer |
| < 4,5   | 71                                  | 150,5                             | 207,1    | 190,2  |
| 4,6-5,5 | 278                                 | 139,6                             | 154,3    | 144,9  |
| 5,6-6,5 | 306                                 | 135,4                             | 132,2    | 114,8  |
| 6,6-7,2 | 173                                 | 123,1                             | 103,6    | 79,5   |

**Tabelle 4:** Die Unkrautanzahl je 1 m<sup>2</sup> auf verschiedenen Bodengruppen

| Böden    | Zahl der<br>geprüften<br>Rapsfelder | Unkrautanzahl je 1 m <sup>2</sup> |          |        |
|----------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|--------|
|          |                                     | Herbst                            | Frühjahr | Sommer |
| schwache | 60                                  | 159,6                             | 155,55   | 126,0  |
| mittlere | 524                                 | 142,0                             | 121,0    | 95,6   |
| gute     | 244                                 | 118,1                             | 112,1    | 93,8   |

**Tabelle 5:** Der Einfluß der Mächtigkeit der Ackerkrume auf Unkrautanzahl je 1 m<sup>2</sup>

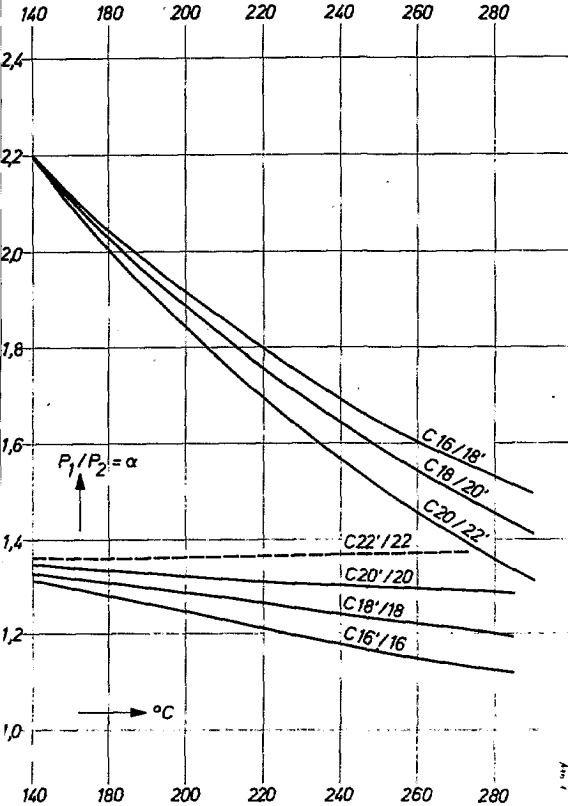
| Mächtigkeit<br>der Ackerkrume | Zahl der<br>geprüften<br>Rapsfelder | Unkrautanzahl je 1 m <sup>2</sup> |          |        |
|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|--------|
|                               |                                     | Herbst                            | Frühjahr | Sommer |
| bis 23 cm                     | 338                                 | 150,1                             | 129,8    | 117,3  |
| über 23 cm                    | 490                                 | 126,1                             | 123,1    | 99,0   |

Zusammenfassend dürfte man sagen, daß der Unkrautbesatz auf schwachen und sauren Böden mit flacher Ackerkrume besonders hoch war, was auf die schwache Entwicklung der Rapspflanzen, die ungenügende Beschattung der Zwischenreihen und die Lichtung des Rapsbestandes zurückzuführen ist. Diese Umstände bieten der Verunkrautung der Winterrapsbestände breiten Eingang.

Der Einfluß neun verschiedener Vorfrüchte auf den Unkrautbesatz in Winterrapsbeständen ist aus Abbildung 1 ersichtlich. Die Vorfrüchte wurden in der Reihenfolge des abnehmenden Unkrautbesatzes je m<sup>2</sup> im Herbst und Sommer in 3, im Frühjahr in 2 gleichartige Vorfruchtgruppen laut Duncan aufgeteilt. In allen 3 Jahreszeiten waren die Rapsbestände nach Weizen am stärksten, dagegen nach Sommergetreide weniger verunkrautet, und zwar am wenigsten nach Hafer und nach Gerste im Frühjahr und Sommer.

Abbildung 1:

Einfluß der Vorfrucht auf den Unkrautbesatz in Winterrapsbeständen



Die starke Verunkrautung nach Weizen ist mit der Ausbreitung nitrophiler Unkrautarten zu erklären, besonders mit *Stellaria media*. Die geringe Verunkrautung nach Hafer im Herbst ist auf dessen hohen Wasserverbrauch zurückzuführen. Die Hafervorfrucht beeinträchtigt im Herbst die Keimung verschiedener Unkrautarten mit hohem Wasserbedarf. Im Frühjahr wird der Wasserbedarf durch die im Winter im Boden angesammelten Wasservorräte besser befriedigt, was im Frühjahr eine stärkere Verunkrautung des nach Hafer angebauten Rapses verursacht. Unerwartet stark war die Verunkrautung des nach Kartoffeln angebauten Winterrapses. Sie trat erst im Frühjahr und Sommer in Erscheinung und war durch das zahlreiche Auftreten von *Stellaria media*, *Scleranthus annuus* und *Capsella bursa-pastoris* gekennzeichnet. Verschiedene Autoren verweisen auf ein Abflauen der allgemeinen Ackerverunkrautung infolge des Zurücktretens mittellang-stengeliger wie auch gleichzeitig mit dem Getreide reifender Unkrautarten wie *Agrostemma githago*, *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis*, *Bromus secalinus*, *Thlaspi arvense* und *Viola sp.* Diese

für die Landwirtschaft äußerst günstige Entwicklung wurde mit dem Ansteigen der Bodenkultur erklärt, die durch moderne Ackerbearbeitung und chemische Unkrautbekämpfung erreicht wurde. Deshalb dürfte man heute die Kartoffelvorfrucht als verunkrautungsmindernden Faktor im Vergleich mit Getreide vielleicht anders als früher einschätzen.

Nach Behandlung der Getreidevorfrucht mit MCPA-Herbiziden war der Unkrautbesatz im Rapsbestand je m<sup>2</sup> im Herbst, dagegen nach Behandlung der Getreidevorfrucht mit 2,4 D Herbiziden im Frühjahr signifikant größer als nach herbizidunbehandelter Getreidevorfrucht. Im Sommer wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt.

Tabelle 6: Unkrautanzahl in Rapsfeldern je 1 m<sup>2</sup> bei Anwendung von Herbiziden zur Getreidevorfrucht

| Herbizid    | Unkraut-<br>anzahl<br>je m <sup>2</sup><br>Herbst | Herbizid    | Unkraut-<br>anzahl<br>je 1 m <sup>2</sup><br>Frühjahr | Herbizid    | Unkraut-<br>anzahl<br>je 1 m <sup>2</sup><br>Sommer |
|-------------|---------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|
| MCPA        | 160,4                                             | 2,4 D       | 146,7                                                 | 2,4 D       | 106,1                                               |
| 2,4 D       | 134,6                                             | MCPA        | 124,4                                                 | o. Herbizid | 99,1                                                |
| o. Herbizid | 134,4                                             | o. Herbizid | 111,6                                                 | MCPA        | 86,8                                                |

Die stärkere Verunkrautung des Rapses nach mit Herbiziden behandelter Getreidevorfrucht ist damit zu erklären, daß Unkrautarten wie *Stellaria media*, *Agropyron repens*, *Spergula arvensis* gegen MCPA- und 2,4 D-Herbizide unempfindlich sind. Dem zahlreichen Auftreten dieser Unkrautarten im Winterraps werden durch Vernichtung anderer MCPA- und 2,4 D-empfindlicher Unkrautarten in der Getreidevorfrucht besonders günstige Bedingungen geboten, was in der Unkrautforschung als Kompensationserrscheinung bekannt ist.

Tabelle 7: Einfluß der Ackerbearbeitung auf die Unkrautanzahl je 1 m<sup>2</sup>

| Ackerbearbeitung                                       | Zahl der<br>geprüften<br>Rapsfelder | Unkrautanzahl je 1 m <sup>2</sup> |          |        |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|--------|
|                                                        |                                     | Herbst                            | Frühjahr | Sommer |
| 1. nur Saatfurche                                      | 91                                  | 174,7                             | 139,2    | 115,8  |
| 2. Scheibenegge oder<br>Kultivator und Saat-<br>furche | 213                                 | 145,6                             | 131,3    | 105,0  |
| 3. Schälfurche und<br>Saatfurche                       | 524                                 | 131,1                             | 116,9    | 95,8   |

Scheibeneggen- wie auch Kultivatorbearbeitung vor der Saatfurche minderten den Unkrautbesatz im Winterraps in geringerem Maße als die Schälflugbearbeitung. Das Schälen minderte insbesondere das Auftreten von *Stellaria media*. Alle der Saatfurche vorangehenden Bodenbearbeitungsver-

fahren minderten den prozentualen Anteil solcher Unkrautarten wie *Sinapis arvensis*, *Capella bursa pastoris* und *Apera spica-venti*. Dagegen war der prozentuale Anteil von *Agropyron repens* erheblich größer bei Scheibenegen- oder Kultivatorbearbeitung vor der Saatzfurche, da zerteilte oder abgerissene Teilstücke der Ausläufer neue Stöcke bilden, falls sie nicht durch Austrocknung zugrunde gehen.